

三种植物油對二點葉蟎之致死效果¹

余志儒^{2,4} 陳炳輝³

摘要

余志儒、陳炳輝。2009。三种植物油對二點葉蟎之致死效果。台灣農業研究 58:136–145。

在室內 25°C ± 1°C 下測試三种植物油，椰子油、棕櫚油及菜籽油對二點葉蟎 (*Tetranychus urticae* Koch) 的致死效果。三种植物油分別與 HLB 值為 5.3、10.8 及 6.7 非離子介面活性劑以 1:1 (V/V) 混合，介面活性劑用 Span 80 與 Tween 80 調製。結果顯示椰子油、棕櫚油及介面活性劑確實具有殺蟎能力，菜籽油則幾乎沒有，致死效果可能與飽和脂肪酸的含量有關。三种植物油的 LC₅₀ 在處理後 72 小時分別為 2.23、2.59 及 3.66 mL/L，LC₉₀ 分別為 10.62、7.53 及 17.82 mL/L。介面活性劑的殺蟎效果與 HLB 值的大小似乎無關，除 10 mL/L 濃度在處理後 24 小時與 20 mL/L 濃度在處理後 72 小時之外，餘皆無顯著差異。本試驗結果顯示椰子油與棕櫚油在二點葉蟎的防治上具有發展潛力，可供相關研究做參考。

關鍵詞：二點葉蟎、椰子油、棕櫚油、油菜油、介面活性劑 HLB 值。

前言

二點葉蟎 (*Tetranychus urticae* Koch) 是草莓、茄子、梨、桃、木瓜、桑樹、玫瑰、菊花等經濟作物的重要害蟎 (Lin 2002)，寄主植物範圍甚廣。長久以來其防治皆倚賴化學合成農藥，但近年來人們對於化學農藥造成生態環境負面影響的危機意識日益普遍，急切期望有對生態衝擊小的植物保護資材可用，減少對化學合成殺蟎劑的依賴。由於食用植物油可在自然環境中分解，對環境與非標的生物較無傷害 (Adhvaryu *et al.* 2004)。因此，利用天然植物

油，尤以可食用的植物油來防治農作物害蟲，已廣受重視。

用植物油防治農業害蟲，最常見於積穀害蟲的防治。Schoonhoven (1978) 比較五種植物油 (cottonseed, maize, soybean, coconut, African palm oils) 防護倉儲豆類免於巴西豆象 [*Zabrotes subfasciatus* (Boh.)] 危害的效果，認為粗製的棕櫚油 (African palm oil) 與棉籽油 (cottonseed oil) 效果最佳。Babu *et al.* (1989) 測得蓖麻油 (castor oil) 用於綠豆 [*Vigna radiata* (L.)] 可完全防治綠豆象 [*Callosobruchus chinensis* (L.)] 達 18 個月之久，而且不影響種

-
1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2359 號。接受日期：98 年 6 月 30 日。
 2. 本所應用動物組助理研究員。台灣 台中縣 霧峰鄉。
 3. 本所前所長，現職行政院農業委員會技監。
 4. 通訊作者：電子郵件：jzyu@tari.gov.tw；傳真機：(04)23317600。

子的活性。然而，植物油應用於農作物上防治害蟥，多見於礦物油 (mineral oil) (Herron *et al.* 1998; Nicetic *et al.* 2001; Pertot *et al.* 2008)、棟樹油 (neem oil) (Isman *et al.* 1990; Martinez-Villar *et al.* 2005; Du *et al.* 2008) 與精油 (Aslan *et al.* 2004; Choi *et al.* 2004; Çalmaşur *et al.* 2006) 等，可食用的植物油之相關報導就相對很少，值得嘗試開發。

植物油的組成份主要是脂肪酸，但不同種植物油所含的脂肪酸種類及其比例皆不同。這種不同是否會影響其致死二點葉蟥的效果，很值得探討。但這方面的探討工作太龐雜，只能由簡入繁，逐步篩選與分析。脂肪酸最初級的歸類可分為飽和脂肪酸 (saturated fatty acid) 與不飽和脂肪酸 (unsaturated fatty acid)。Hall & Harman (1991) 比較過不同飽和脂肪酸含量的大豆油，發現含量高的對巴西豆象 (*Z. subfasciatus*) 的產卵和存活的抑制效果最好。因此，本試驗先選用飽和脂肪酸含量差異較大的三種植物油來進行殺蟥效果評估的第一步。植物油中以椰子油 (coconut oil) 的飽和脂肪酸含量最高，含 94.1% (Mohamed *et al.* 2002)。棕櫚油 (palm oil) 含 51.9% (Ravasio *et al.* 2002; Aguila *et al.* 2005) 居次，最低的是菜籽油 (rapeseed oil) 含 5.1% (Rashid *et al.* 2008)。雖然上述脂肪酸含量會因取材來源不同可能稍有變異，此三種植物油做為本試驗的材料仍然有其代表性。

另外，油類材料必須均勻分散於水相中，才能實際應用於田間。利用介面活性劑 (surfactant) 予以乳化 (emulsification) 是主要方式之一。但影響油、水的乳化安定性的因素很複雜，介面活性劑的 HLB 值 (hydrophile-lipophile balance values) 是其重要關鍵因素 (Liaw 2003)。本研究採用食品級非離子介面活性劑之 Span 與 Tween 系列產品，並依 Griffin (1949) 方法來調製供試植物油合適的介面活

性劑 HLB 值，進行植物油乳化液對二點葉蟥的致死效果試驗。

材料與方法

寄主植物準備：用花豆 (*Phaseolus coccineus* L.) 苗做為寄主植物。種子播種於口徑 5 cm 的穴植盤內，以細蛭石做為介質。待豆苗長出第一片真葉但尚未展開時，洗去介質，根部以吸飽水之不織布包裹，移至 50 mL 的塑膠離心管內。若豆苗做為殺蟥試驗用，則剪去真葉而僅留 1 片子葉。

二點葉蟥之飼養：將取自行政院農業委員會農業試驗所養蟲室的二點葉蟥族群，接種於剛長出第一真葉的花豆苗，任其取食、繁殖，供做試驗用蟲源。受測葉蟥，係自蟲源族群中剪下含葉蟥的豆葉，直接放置在新鮮豆苗葉面上，任其產卵。24 小時後，僅保留卵，其餘用羊毫小楷毛筆移除。移置於定溫箱中，再經 14 日 (自出生發育至成蟲需 11.73 日 (Ho & Lo, 1979, Table1) 剪下含有成蟥的葉片放置於僅留 1 片子葉的花豆苗葉上。經 4 小時後，每株僅保留成蟥，其餘齡期用羊毫小楷毛筆移除。每葉片留 15 隻以上活成蟥供試。

植物油及其介面活性劑製備：椰子油、棕櫚油及菜籽油，皆購自美國 SIGMA-ALDRICH Co. 的 R&D 級產品。非離子界面活性劑 (nonionic surfactant)，Span 80、Tween 80，購自 Wako Pure Chemical Industries LTD. (日本)。三種植物油介面活性劑的 HLB 值，分別為 5.3 (Acharya *et al.* 2002)、10.8 (Ahmad *et al.* 1996) 與 6.7 [Szelag & Zwierzykowski (1999) 曾測試 5.7–9.3 皆有乳化效果，本試驗暫用其中間值 6.7]。依 Griffin (1949) 的方法，將適量的 Span 80、Tween 80 混合，經均質機 (homogenizer, Polytron® PT-MR 3100) 以 3000 rpm 攪拌 5 分鐘，分別調製成上述 HLB 值之介面活性劑，靜置備用。

殺蟻試驗：各種植物油分別與合適之介面活性劑以 1:1 (V/V) 混合，經 6000 rpm 均質攪拌 2 分鐘後，加入蒸餾水稀釋成 5 種濃度 (mL/L) 的乳化液。分別為每公升乳化液含植物油 20、10、5、2.5 及 1.25 mL。另僅含介面活性劑的五種濃度水稀釋液，亦為每公升水稀釋液分別含介面活性劑 20、10、5、2.5 及 1.25 mL。以上各乳化液分別用玻棒充分攪拌約 60 秒使其乳化後，裝入 20 mL 玻璃噴瓶內。瓶噴口於距離葉面約 15 cm 處將乳化液噴施於含有葉蟻之受測豆葉的上、下表面，使葉面完全濕潤。移置於定溫箱內，經 24、72 小時後分別調查葉片上之葉蟻死亡數。

植物油與介面活性劑的比例調整：由前項試驗獲得各種植物油混合介面活性劑 [1:1 (V/V)] 製劑中植物油的 LC_{50} 。以三種植物油的各自 LC_{50} 為基準，各分別與 2、1、0.5、0.25 及 0.125 倍濃度的介面活性劑混合，經 6000 rpm 均質攪拌 2 分鐘後，加入蒸餾水稀釋成植物油的 LC_{50} 濃度。同上述方法，進行殺蟻效果試驗。

以上於定溫箱中進行的葉蟻飼養及試驗，溫度為 $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度為 $75\% \pm 10\%$ ，光週期為 14 L:10 D 小時。所有殺蟻試驗皆以蒸餾水為對照組。重複 4 次。

統計分析：各油劑及介面活性劑處理之死亡率用 Abbott's (1925) 公式校正後，經 SPSS 13.0 統計軟體 (SPSS Inc., 2004) 進行迴歸分析及變方分析，當變方分析結果有顯著差異時再用最小顯著差異 (Fisher's least significant difference, LSD) 法比較處理間之差異性。各油劑之半數致死濃度 (LC_{50}) 亦用上述軟體之 Probit 求得。

結 果

椰子油、棕櫚油及菜籽油乳化液處理後 24 小時對二點葉蟻的致死效果，皆隨濃度增高而增高，其直線迴歸的斜率分別為 4.06 ($R^2 =$

0.88)、4.45 ($R^2 = 0.75$) 及 3.57 ($R^2 = 0.99$) (表 1)。各個相同濃度下，三種油的效果比較，普遍以棕櫚油較好，菜籽油最差 (表 1)。在高濃度 (20 mL/L) 時，椰子油與棕櫚油的殺蟻效果無顯著差異，致死率分別達 93.7%與 96.7%，顯著高於油菜油的 79.7%。在 10、5 mL/L 二種濃度時，皆以棕櫚油顯著效果最好，分別達 94.1%、57.1%。2.5 與 1.25 mL/L 低濃度時，三種油的致死率皆低，在 6.2–35.4%之間。

處理後 72 小時三種油乳化後各個濃度對二點葉蟻的致死率，結果皆比處理後 24 小時的結果稍有提高 (表 1)。椰子油與棕櫚油分別在 20 與 10 mL/L 濃度時皆達 100%的致死率，菜籽油在高濃度時亦達 97.3%的致死率。不同濃度殺蟻效果經線性迴歸得到的迴歸線斜率，三種油分別為 3.40 ($R^2 = 0.79$)、3.84 ($R^2 = 0.74$) 及 3.89 ($R^2 = 0.90$)，顯示皆有隨濃度增加而增高致死率的趨勢。三種油之間的殺蟻效果比較，僅在中濃度 (10 與 5 mL/L) 時呈現顯著差異。10 mL/L 時的致死率分別為 81.8、100.0 及 78.9%，以棕櫚油顯著高於另二種油。5 mL/L 時，分別為 63.8、67.1 及 47.3%，前二者差異不顯著，但顯著高於菜籽油。在高濃度與低濃度時，三種油之間皆無顯著差異，其致死率分別在 97.3–100.0%與 19.8–57.1%之間 (表 1)。

在處理後 72 小時的半數致死濃度 (LC_{50})，三種植物油分別為 2.23、2.59 及 3.66 mL/L，比處理後 24 小時的 5.13、4.08 及 8.74 為低。 LC_{90} 亦同，於處理後 24 小時分別為 19.38、11.85 及 58.68 mL/L，處理後 72 小時分別為 10.62、7.53 及 17.82 mL/L。 LC_{90} 皆以棕櫚油最低，菜籽油最高 (表 2)。

三種 HLB 值介面活性劑亦有殺蟻效果。表 3 為其分別在處理後 24 與 72 小時對二點葉蟻的致死結果。亦有隨濃度增加而增高的趨勢，其 HLB 值 5.3、10.8 及 6.7 介面活性劑處理後 24 小時之迴歸係數分別為 4.38 ($R^2 = 0.91$)、

3.06 ($R^2 = 0.95$) 及 3.15 ($R^2 = 0.93$)。而於處理 72 小時後之迴歸係數分別為 4.83 ($R^2 = 0.91$)、3.20 ($R^2 = 0.91$) 及 4.15 ($R^2 = 0.89$)。無論處理後 24 或 72 小時，殺蟻效果在各個濃度之三種不同 HLB 值介面活性劑間皆幾乎無顯著差異。有差異的僅在處理後 24 小時的 10 mL/L 濃度，其 HLB 值 5.3 的 61.6%致死率顯著高於 10.8 的 40.6%，HLB 值 6.7 的 47.6%居中

表 1. 椰子油、棕櫚油及菜籽油乳化液對二點葉蟻之致死效果

Table 1. Effect of emulsified coconut oil, palm oil and rapeseed oil on mortality of *Tetranychus urticae*

Emulsified oil ^z	Concentration of oil (mL/L)					Linear regression
	20	10	5	2.5	1.25	
24 h after treatment ^y						
Coconut	93.7 a ^x (5.2)	66.3 b (10.2)	35.4 b (4.6)	40.9 a (11.7)	6.2 b (0.2)	y = 4.06x + 17.00 R ² = 0.88
Palm	96.3 a (2.3)	94.1 a (2.3)	57.1 a (4.9)	17.7 b (8.8)	16.4 a (6.8)	y = 4.45x + 21.83 R ² = 0.75
Rapeseed	79.7 b (4.4)	48.1 c (6.4)	28.2 c (1.0)	20.5 b (7.1)	10.7 ab (3.0)	y = 3.57x + 9.79 R ² = 0.99
LSD _{0.05}	6.65	11.30	11.72	11.24	6.80	
72 h after treatment						
Coconut	100.0 a ^x (0.0)	81.8 b (14.7)	63.8 a (13.2)	57.1 a (21.0)	21.8 a (1.7)	y = 3.40x + 38.52 R ² = 0.79
Palm	100.0 a (0.0)	100.0 a (0.0)	67.1 a (4.2)	39.3 a (17.0)	25.7 a (11.2)	y = 3.84x + 36.57 R ² = 0.74
Rapeseed	97.3 a (3.2)	78.9 b (7.2)	47.3 b (1.9)	39.1 a (11.1)	19.8 a (5.4)	y = 3.89x + 26.4 R ² = 0.90
LSD _{0.05}	2.93	15.13	19.92	27.04	11.59	

^z Emulsified vegetable oils were prepared by mixing with surfactant at 1:1 (V/V) ratio, and tested at five concentrations.

^y Mortality of *T. urticae* was assessed at 24 and 72 h after treatment.

^x Data on mortality of *T. urticae* were corrected by Abbott's formula and showed by mean (sd); means within a column for each post-treatment time followed by the same letter are not significantly different by LSD test at 5% level.

表 2. 三種植物油對二點葉蟻之 LC₅₀ 與 C₉₀

Table 2. The LC₅₀ and LC₉₀ of three vegetable oils on *Tetranychus urticae*

Emulsified oil ^z	LC ₅₀ (mL/L)	LC ₉₀ (mL/L)
24 h after treatment ^y		
Coconut	5.13 (3.72–6.96) ^x	19.38 (12.82–40.96)
Palm	4.08 (2.35–7.00)	11.85 (6.93–51.94)
Rapeseed	8.74 (6.24–14.09)	58.68 (27.50–203.62)
72 h after treatment		
Coconut	2.23 (1.22–3.22)	10.62 (6.92–24.90)
Palm	2.59 (1.31–4.21)	7.53 (4.53–40.46)
Rapeseed	3.66 (2.67–4.92)	17.82 (11.41–39.29)

^z Emulsified vegetable oils were prepared by mixing with surfactant in 1:1 (V/V).

^y Data of LC₅₀ and LC₉₀ were collected at 24 and 72 h after treatment.

^x LC₅₀ and LC₉₀ were expressed as the concentrations of oils. Data in brackets were lower and upper concentrations at 95% confidence interval.

表 3. 三種 HLB 值介面活性劑對二點葉蟻之致死效果

Table 3. Effect of surfactants at three different hydrophile-lipophile balance (HLB) values at five concentrations on mortality of *Tetranychus urticae*

Value of surfactant ^z	Concentration of surfactant (mL/L)					Linear regression
	20	10	5	2.5	1.25	
24 h after treatment ^y						
5.3	83.1 a ^x (1.5)	61.6 a (5.6)	13.6 a (4.0)	13.6 a (4.0)	9.1 a (7.4)	y = 4.38x + 1.18 R ² = 0.91
10.8	60.7 a (20.0)	40.6 b (6.3)	11.4 a (8.9)	11.4 a (8.9)	3.9 a (5.3)	y = 3.06x + 2.19 R ² = 0.95
6.7	63.9 a (14.2)	47.6 ab (16.0)	23.7 a (11.3)	23.7 a (11.3)	5.3 a (5.7)	y = 3.15x + 5.84 R ² = 0.93
LSD _{0.05}	22.70	16.73	13.77	13.77	9.92	
72 h after treatment						
5.3	95.9 a ^x (2.7)	74.4 a (15.3)	22.3 a (4.3)	14.7 a (14.7)	12.6 a (10.4)	y = 4.83x + 6.55 R ² = 0.91
10.8	74.8 b (11.0)	56.2 a (4.9)	39.8 a (10.1)	15.0 a (10.1)	17.1 a (5.2)	y = 3.20x + 15.80 R ² = 0.91
6.7	89.4 a (9.4)	74.1 a (13.0)	38.0 a (16.0)	25.3 a (11.7)	9.3 a (9.7)	y = 4.15x + 15.10 R ² = 0.89
LSD _{0.05}	13.58	19.11	17.93	19.69	13.98	

^z Surfactants were prepared using Span 80 and Tween 80.

^y Mortality of *T. urticae* was assessed at 24 and 72 h after treatment.

^x Data on mortality of *T. urticae* were corrected by Abbott's formula and showed by mean (sd); means within a column for each post-treatment time followed by the same letter are not significantly different by LSD test at 5% level.

而與前二者無顯著差異。以及在處理後 72 小時則僅在高濃度 20 mL/L 時，HLB 值 5.3、6.7 的 95.9、89.4% 顯著高於 HLB 值 10.8 的 74.8%。

以 2、1、0.5、0.25 及 0.125 倍於植物油 LC₅₀ 容量 (V/V) 的介面活性劑分別與三種植物油 LC₅₀ 量混合乳化後的殺蟻效果如表 4。在處理後 24 與 72 小時，皆以 2 倍量的效果最佳，並隨介面活性劑的用量降低而略有降低效果。椰子油乳化液處理後 24 小時對二點葉蟻的致死率分別為 37.3、37.2、22.7、25.2 及 24.72%，2 與 1 倍量差異不顯著，但顯著高於 0.5 倍量，其餘二種用量居中且與其他比例差異不顯著。處理後 72 小時分別為 62.6、53.4、46.2、42.8 及 38.7%，2、1 與 0.5 倍三種用量之間差異不顯著，但 2 倍量顯著高於其餘二種比例。與棕欖油乳化則在處理後 24 小時，致死

率以 2 倍量的 40.9% 顯著高於其他四種用量的 21.6–26.2%。處理後 72 小時 2 倍量的 57.1% 則顯著高於 0.5、0.25 及 0.125 三種用量的 33.4–39.4%。菜籽油乳化液在處理後 24 小時，是 2 倍量的 37.5% 顯著高於 0.5 與 0.125 用量的 20.2 與 22.9%，而 1、0.25 用量的 25.0、23.8% 則是居中而與其它三種用量之間無顯著差異。在處理後 72 小時的致死率分別為 51.0、46.9、45.8、35.7 及 33.1%，處理間無顯著差異。

討 論

本試驗測試的三種植物油的乳化液對二點葉蟻 (*T. urticae*) 的致死效果，除高濃度外效果皆低 (表 1)。由其處理後 72 小時的 LC₅₀ 與 LC₉₀ (表 2)，分別在 2.23–3.66 mL/L 與 7.53–17.82 mL/L 之間，若再加上介面活

表 4. 三種植物油混合不同比例介面活性劑對二點葉蟎之致死效果

Table 4. Effect of different ratio of surfactants in vegetable oils on mortality of *Tetranychus urticae*

Ratio of surfactant and oil (V/V)	Coconut oil (2.23 mL/L) ^z		Palm oil (2.59 mL/L)		Rapeseed oil (3.66 mL/L)	
	24 h ^y	72 h	24 h	72 h	24 h	72 h
2 : 1	37.3 a ^x (11.5)	62.6 a (18.6)	40.9 a (13.0)	57.1 a (12.5)	37.5 a (8.9)	51.0 a (18.8)
1 : 1	37.2 ab (9.3)	53.4 ab (9.3)	21.6 b (5.8)	41.1 ab (13.1)	25.0 ab (8.9)	46.9 a (13.5)
0.5 : 1	22.7 b (9.2)	46.2 ab (12.2)	24.9 b (8.7)	39.4 b (7.4)	20.2 b (9.8)	45.8 a (22.3)
0.25 : 1	25.2 ab (9.7)	42.8 b (7.1)	26.2 b (5.3)	39.9 b (12.6)	23.8 ab (12.4)	35.7 a (10.5)
0.125 : 1	24.7 ab (8.3)	38.7 b (13.3)	25.1 b (11.5)	33.4 b (9.7)	22.9 b (4.3)	33.1 a (10.2)
LSD _{0.05}	14.553	19.168	14.136	17.008	13.935	23.8

^z Value of LC₅₀ of oil against *T. urticae* at 72 h post-treatment.

^y Data on mortality of *Tetranychus urticae* were collected after treating for 24 and 72 h.

^x Data on mortality of *T. urticae* were corrected by Abbott's formula and showed by mean (sd); means within a column followed by the same letter are not significantly different by LSD test at 5% level.

性劑的量，顯然不符經濟原則。因此，本文的三種試材可能不太適合單劑乳化用於防治二點葉蟎。但 Tsolakis & Ragusa (2008) 用大豆油、香芹精油及一種已商品化的脂肪酸鉀皂所調製的配方 (Acaridoil 13SL) 對二點葉蟎具致死效果，並能降低雌成蟎的產卵力。其所用的脂肪酸鉀皂劑量達 2478 ppm，配方中脂肪酸鉀皂與大豆油的比例為 13.04% 比 70% (W/W)，油的使用濃度可能約有 13.3 g/kg。因此，本試驗的椰子油與棕櫚油似乎仍有應用的潛力，未來或可配合其他油類製成複方，提高對二點葉蟎的防治效果。其中植物精油也可以扮演殺蟎角色，除了上述 Acaridoil 13SL 配方中的香芹精油可能具有觸殺效果外，也有些研究多是以薰蒸的方式殺蟎。例如，Choi *et al.* (2004) 大量篩選了 53 種植物精油對二點葉蟎的致死效果，得到檸檬桉 (lemon eucalyptus) 油的效果最好，在葉蟎暴露於 9.3×10^{-3} $\mu\text{L}/\text{mL}$ 與 14×10^{-3} $\mu\text{L}/\text{mL}$ 濃度處理之空氣中時分別有 99 與 100% 的致死

率，其次是香芹籽 (caraway seed)、爪哇香茅 (citronella java)、胡薄荷 (pennyroyal) 及歐薄荷 (peppermint) 四種精油在 14×10^{-3} $\mu\text{L}/\text{mL}$ 濃度的致死率在 91–99% 之間。複方可以結合多種作用機制，有可能產生協力作用，但也有可能發生抵制作用，都需再加以驗證。

介面活性劑除了幫助油脂乳化之外，亦具有殺蟎效果 (表 3)。三種油乳化液中介面活性劑的比例愈高對二點葉蟎的致死率也愈高 (表 4)。但如果介面活性劑的成本比植物油高的話，有需要適度調降介面活性劑的含量。介面活性劑和椰子油的混合，在處理後 24 與 72 小時的效果分別降至 1 與 0.5 倍於椰子油 LC₅₀ 的量，與 2 倍量差異不顯著。和棕櫚油混合時，調降介面活性劑比例則會顯著影響在處理後 24 小時的效果。若觀察處理後 72 小時的殺蟎效果，則可降為 1 倍於棕櫚油 LC₅₀ 的量。混合菜籽油時，雖然調降空間較大，在二個觀察時間分別可降為 1 與 0.125 倍於油菜油 LC₅₀ 的量

而與 2 倍量無顯著差異 (表 4)，但由於殺蟻效果不好，其未來應用可能性不大。另由表 4 中顯示 2:1 比例的效果最好，介面活性劑的濃度是油脂的 2 倍，對照到表 3 中近似濃度的致死率，有混合椰子油或棕櫚油的致死率皆升高許多 (表 4)。但混合菜籽油的則不然，因若將 2 倍濃度 ($3.66 \times 2 = 7.32 \text{ mL/L}$) 代入表 3 的迴歸式 ($y = 3.15x + 5.84$, $y = 4.15x + 15.10$) 換算得的結果與表 4 中 HLB 值 6.7 在 2:1 比例的致死率相對照，反而略有減低。由此可知椰子油與棕櫚油確實具有殺蟻能力，菜籽油則幾乎沒有。

油脂的殺蟲能力可能和飽和脂肪酸含量有關 (Hall & Harman 1991)。由本試驗處理後 24 與 72 小時的 LC_{90} (表 2) 所示，三種植物油乳化液的殺蟻能力依序為棕櫚油 > 椰子油 > 菜籽油。低含量的效果最差，幾無致死效果可言，但最高含量卻未比中間含量的效果好。此是否與飽和脂肪酸、不飽和脂肪酸的比例有關，或是更深入的脂肪酸的種類與含量、脂肪酸碳鏈長的分佈等的原因，都可以是再探究的方向。再者，油類的殺蟲機制相當複雜，如 Hewlett (1975) 認為精製礦物油可阻斷 *Sitophilus granarius* 成蟲的氣管，造成缺氧而死。Schoonhoven (1978) 認為有部份是干擾正常的呼吸，造成窒息。也有研究認為由於植物油分餾物透入蟲體，形成障礙物而減低氣體的交流，或直接毒害，使 *Sitophilus seamais* 發育中的胚胎或初齡幼蟲死亡 (Don Pedro 1989)。由於介面活性劑也有殺蟻能力，本試驗結果的表 3 亦證實由 Span 80 與 Tween 80 調製的介面活性劑具有殺蟻效果，但致死率在三個不同 HLB 值之間則幾乎無顯著差異，顯示此類非離子介面活性劑的 HLB 值大小與殺蟻效果似無直接相關。然其殺蟻機制是否如 Acaridoil 13SL 中的脂肪酸鉀皂能穿透節肢動物的外皮，致使脫水而死 (EPA 1992) 一樣，仍然未知。殺蟻

機制是一重要議題，未來如可分別釐清油脂與介面活性劑的殺蟻機制，當有助於有效配方的研發。

另外，由於印楝素 (Azadirachtin) 有效防除二點葉蟻的濃度相當低，32 ppm 以上的濃度即會顯著影響蟻的產卵量，64 ppm 則會明顯減短成蟻壽命 (Martinez-Villar *et al.* 2005)。植物精油方面，有效濃度更低。例如，Aslan *et al.* (2004) 比較夏日風輪菜 (*Satureja hortensis* L.)、羅勒 (*Ocimum basilicum* L.) 及百里香 (*Thymus vulgaris* L.) 三種唇形花科植物的精油揮發物質對二點葉蟻具有致死效果，結果以夏日風輪菜的效果最好，暴露於 0.782、1.563 及 3.125 $\mu\text{L/L}$ 濃度的空氣中分別可殺死 66.6、87.6 及 96.6%。Çalmaşur *et al.* (2006) 比較另三種唇形花科的植物精油，姜味草 (*Micromeria fruticosa* L.)、犬薄荷 (*Nepeta racemosa* L.) 與野薄荷 (*Origanum vulgare* L.) 的效果亦相近，濃度 2 $\mu\text{L/L}$ 處理也獲得理想的致死率。Choi *et al.* (2004) 的檸檬桉油，可使二點葉蟻的死亡率達 99% 的濃度僅需 $9.3 \times 10^{-3} \mu\text{L/mL}$ 。相對的，可食用植物油的 LC_{90} 可能高出許多。可能因此不利於實際應用，以致正式文獻極其少見。若真如此，欲從事此方面研究者，很可能一再重複前人研究過的材料，而延誤了發展進度。基於此，本試驗的三種植物油雖未呈現理想的殺蟻效果，仍期望將本試驗中有關油的選擇、介面活性劑的殺蟻能力及其與植物油比例的影響等思維角度，提供有興趣從事相關研究者做為參考，減少試材重複的機會，或者做為更深入研究的踏腳石。

誌 謝

本試驗期間承本研究室同仁，溫美貞、葉玉惠、張秀瑜、李思慧小姐及吳育誠先生等協助二點葉蟻的飼養及其寄主植物的栽培等試驗相關工作。謹此一併致謝。

引用文獻 (Literature cited)

- Abbot, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18:265–267.
- Acharya, A., S. P. Moulik, S. K. Sanyal, B. K. Mishra, and P. M. Puri. 2002. Physicochemical investigations of microemulsification of coconut oil and water using polyoxyethylene 2-cetyl ether (Brij 52) and isopropanol or ethanol. *J. Colloid Interface Sci.* 245:163–170.
- Adhvaryu, A., S. Z. Erhan, and J. M. Perez. 2004. Tribological studies of thermally and chemically modified vegetable oils for use as environmentally friendly lubricants. *Wear* 257:359–367.
- Aguila, M. B., A. R. Pinheiro, J. C. F. Aquino, A. P. Gomes, and C. A. Mandarim-de-Lacerda. 2005. Different edible oil beneficial effects (canola oil, fish oil, palm oil, olive oil, and soybean oil) on spontaneously hypertensive rat glomerular enlargement and glomeruli number. *Prostaglandins O. Lipid Medrat.* 76:74–85.
- Ahmad, K., C. C. Ho, W. K. Fong, and D. Tohi. 1996. Properties of palm oil-in-water emulsions stabilized by nonionic emulsifiers. *J. Colloid Interface Sci.* 181:1595–1604.
- Aslan, İ., H. Özbek, Ö. Çalmaşur, and F. Şahin. 2004. Toxicity of essential oil vapours to two greenhouse pests, *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* Genn. *Indust. Crops Prod.* 19:67–173.
- Babu, T. R., V. S. Reddy, and S. H. Hussaini. 1989. Effect of edible and non edible oils on the development of the pulses beetle *Callosobruchus Chinensis* (L.) and on viability and yield of mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek]. *Trop. Sci.* 29:215–220.
- Çalmaşur, Ö., İ. Aslan, and F. Şahin. 2006. Insecticidal and acaricidal effect of three Lamiaceae plant essential oils against *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* Genn. *Indust. Crops Prod.* 23: 140–146.
- Choi, W., S. G. Lee, H. M. Park, and Y. J. Ahn. 2004. Toxicity of plant essential oils to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranyidae) and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). *J. Econ. Entomol.* 97:553–558.
- Don Pedro, K. N. 1989. Mechanism of action of some vegetable oils against *Sitophilus seamais* Motsch (Coleoptera: Curculionidae) on wheat. *J. Stored Prod. Res.* 25:217–223.
- Du, Y. H., R. Y. Jia, Z. Q. Yin, Z. H. Pu, J. Chen, F. Yang, Y. Q. Zhang, and Y. Lu. 2008. Acaricidal activity of extracts of neem (*Azadirachta indica*) oil against the larvae of the rabbit mite *Sarcoptes scabiei* var. *cuniculi* in vitro. *Vet. Parasitol.* 157:144–148.
- Environmental Protection Agency of United States. 1992. Registration Eligibility Document, Soap Salts, List D, Case 4083.
- Griffin, W. C. 1949. Classification of surface-active agents by HLB. *J. Soc. Cosmet. Chem.* 1:311–326.
- Hall, J. S. and G. E. Harman. 1991. Efficacy of oil treatments of legume seeds for control of *Aspergillus* and *Zabrotes*. *Crop Prot.* 10:315–319.
- Herron, G. A., G. A. C. Beattie, A. Kallianpur, and I. Barchia. 1998. A potter spray tower bioassay of two petroleum spray oils against adult female *Panonychus ulmi* (Koch) and *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Exp. Appl. Acarol.* 22:553–558.
- Hewlett, P. S. 1975. Lethal action of a refined mineral oil on adult *Sitophilus granarius* (L.). *J. Stored Prod. Res.* 11:119–120.
- Ho, C. C. and K. C. Lo. 1979. Influence of temperature on life history and population parameters of *Tetranychus urticae*. *J. Agric. Res. China* 28:261–271. (in Chinese with English abstract)
- Isman, M. B., O. Koul, A. Luczynski, and J. Kaminskis. 1990. Insecticidal and antifeedant bioactivities of neem oils and their relationship to azadirachtin content. *J. Agric. Food Chem.* 38:1406–1411.
- Liaw, M. L. 2003. *Surface Chemistry and Surfactant*. TingWen Co., Ltd. Press. Taipei, Taiwan. 235 pp. (in Chinese with English abstract)
- Lin, K. S. 2002. *Tetranychus* (s. str.) *urticae* Koch. p. 596-597. in: *A List Pests of Fruit Plant from Taiwan and Mainland China*. (Lin, K. S. eds.) *Agric. Res. Inst. Pub. No.100*. Taichung. (in Chinese)
- Martinez-Villar, E., F. J. Saenz-de-Cabezón, F. Moreno-Grijalba, V. Marco, and I. Perez-Moreno. 2005. Effects of azadirachtin on the two-spotted spider mite. *Exp. Appl. Acarol.* 35:215–222.
- Mohamed, A. I., A. S. Hussein, S. J. Bhatena, and Y. S. Hafez. 2002. The effect of dietary menhaden, olive, and coconut oil fed with three levels of vitamin E on plasma and liver lipids and plasma fatty acid composition in rats. *J. Nutr. Biochem.* 13:435–441.

- Nicetic, O., D. M. Watson, G. A. C. Beattie, A. Meats, and J. Zheng. 2001. Integrated pest management of two-spotted mite *Tetranychus urticae* on greenhouse roses using petroleum spray oil and the predatory mite *Phytoseiulus persimilis*. *Exp. Appl. Acarol.* 25:37–53.
- Pertot, I., R. Zasso, L. Amsalem, M. Baldessari, G. Angeli, and Y. Elad. 2008. Integrating biocontrol agents in strawberry powdery mildew control strategies in high tunnel growing systems. *Crop Prot.* 27: 622–631.
- Rashid, U., F. Anwar, B. R. Moser, and G. Knothe. 2008. *Moringa oleifera* oil: a possible source of biodiesel. *Bioresour. Technol.* 99:8175–8179.
- Ravasio, N., F. Zaccheria, M. Gargano, S. Recchia, A. Fusi, N. Poli, and R. Psaro. 2002. Environmental friendly lubricants through selective hydrogenation of rapeseed oil over supported copper catalysts. *Appl. Catal. A: General* 233:1–6.
- Schoonhoven, A. V. 1978. The use of vegetable oils to protect stored beans from bruchid attack. *J. Econ. Entomol.* 71:254–256.
- Szelag, H. and W. Zwierzykowski. 1999. The behaviour of modified monoacylglycerol emulsifiers in emulsion systems. *Colloids Surf. A* 155:349–357.
- SPSS Inc. 2004. *Spss 13.0 Base USers Guide*. 712 pp.
- Tsolakis, H. and S. Ragusa. 2008. Effects of mixture of vegetable and essential oils and fatty acid potassium salts on *Tetranychus urticae* and *Phytoseiulus persimilis*. *Ectocicol. Environ. Safety* 70:276–282.

Acaricidal Efficacy of Three Vegetable Oils on *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)¹

Jih-Zu Yu^{2,4} and Bing-Huei Chen³

Abstract

Yu, J. Z. and B. H. Chen. 2009. Acaricidal efficacy of three vegetable oils on *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). J. Taiwan Agric. Res. 58:136–145.

Effects of three vegetable oils including coconut oil, palm oil and rapeseed oil on two-spot spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) were examined under laboratory conditions ($25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$). Nonionic surfactants were prepared using Span 80 and Tween 80. The hydrophile-lipophile balance (HLB) values were adjusted to 5.3, 10.8 and 6.7 and mixed with coconut oil, palm oil and rapeseed oil, respectively, at the ratio of 1 : 1 (V/V) to prepare emulsified solutions. Each of the emulsions was diluted with distilled water to the oil concentrations of 20, 10, 5, 2.5 and 1.25 mL/L and then used for the experiments. The surfactant used in each vegetable oil was also diluted to 20, 10, 5, 2.5 and 1.25 mL/L and used as controls. Results showed that among the three vegetable oil emulsions tested, coconut oil and palm oil were acaricidal on *T. urticae*. After treatment for 72 h, the LC_{50} for coconut oil and palm oil was 2.23 and 2.59 mL/L, respectively and the LC_{90} was 10.62 and 7.53. The acaricidal effect seemed to be related to high saturated fatty acid content in the coconut and palm oils. Acaricidal function of surfactants was unaffected by HLB-value excepted for the concentrations of 10 mL/L at 24 h after treatment and 20 mL/L at 72 h after treatment. Results of this study also showed that the three surfactants at HLB-values of 5.3, 10.8 and 6.7 were acaricidal on *T. urticae*. This study suggests that coconut oil and palm oil may be of potential for use in the formulation of acaricides for control of *T. urticae*.

Key words: *Tetranychus urticae*, Coconut oil, Palm oil, Rapeseed oil, HLB-value of surfactant.

1. Contribution No.2359 from Taiwan Agricultural Research Institute (TARI), Council of Agriculture. Accepted: June 30, 2009.

2. Assistant Entomologist, Applied Zoology Division, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

3. Former Director General, TARI, and Currently the Counselor of COA, Taiwan, ROC.

4. Corresponding author, e-mail: jzyu@tari.gov.tw; Fax: (04)23317600.